第38卷 第3期
2000年 7 月

古 脊 椎 动 物 学 报
VERTEBRATA PALASIATICA

pp.176～191
figs.1～3

河南内乡桑坪组一新禽龙及其地层学意义[1)]

徐 星[1] 赵喜进[1] 吕君昌[1] 黄万波[1] 李占扬[2] 董枝明[1]

(1 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所 北京 100044)

(2 河南省文物考古研究所 郑州 450004)

摘要 记述了禽龙亚目(Iguanodontia)一个新属种——诸葛南阳龙(*Nanyangosaurus zhugeii*)。标本产于河南内乡夏馆镇桑坪组的紫红色泥质粉砂岩中。它的自近裔特征包括:第二掌骨超过第三掌骨和第四掌骨长度的90%;第四掌骨远端异常粗壮;指节IV-1长度小于远端横向宽度;第二跖骨近端腹背向长度大于第三跖骨。系统发育分析表明,南阳龙代表亲缘关系与鸭嘴龙超科最为接近的一类鸟脚类恐龙。诸葛南阳龙的发现支持了夏馆盆地红层为早白垩世沉积的观点。

关键词 河南内乡,早白垩世, 禽龙亚目,系统发育

中图法分类号 Q915.864

禽龙亚目(Iguanodontia)的成员是一类几乎全球性分布的鸟脚类恐龙,包括禽龙类和鸭嘴龙类,化石记录从晚侏罗世一直延续到晚白垩世。过去一般把系统位置在棱齿龙科(Hypsilophodontidae)和鸭嘴龙超科(Hadrosauridea)之间所有过渡类型的鸟脚类恐龙都归入禽龙类, 但是最新研究表明,它并不是一个单系类群,而是代表逐步向鸭嘴龙类演化的一个并系类群(Milner and Norman, 1984; Sereno, 1986; Forster, 1990, 1997a, b; Norman and Weishampel, 1990)。我国这类化石记录为内蒙古早白垩世大水沟组的 *Probactrosaurus gobiensis*、*P. alashanicus*(Rozhdestvensky, 1966)和甘肃早白垩世新民堡群的 *P. mazongshanensis* (Lü, 1997)。*Probactrosaurus* 可能代表与鸭嘴龙系统关系最近的一类禽龙(Norman, 1998), 对于鸭嘴龙的起源和早期形态演化研究具有重要意义(Norman and Weishampel, 1990)。遗憾的是,迄今为止没有详细的形态学研究成果。

南阳龙(*Nanyangosaurus*)的标本发现于河南内乡县夏馆镇安沟村东沟岭桑坪组的紫红色泥质粉砂岩中。南阳龙正型标本最初由当地农民发现并采集部分材料。1995年,在河南南阳地方政府的协助下,我们收购了农民采集的标本,并根据他们提供的线索,采集到其余材料。从化石保存的状况和骨骼各部分的关系来看,所有材料属于同一个体。

1) 国家自然科学基金项目(编号: 49552004)和中国科学院古生物学与古人类学科基础研究特别支持基金项目(编号:9709)资助。

收稿日期: 1999-12-28

鸟臀目 Order Ornithischia Seeley, 1887

禽龙亚目 Suborder Iguanodontia Sereno, 1986

科未定 Family Incertae sedis

南阳龙(新属) *Nanyangosaurus* gen. nov.

属征　体型中等的禽龙，第二掌骨长度超过第三掌骨和第四掌骨的90%；第四掌骨最为粗壮，尤其是远端横向异常粗壮；指节IV−1远端异常粗壮，横向宽度大于指节长度；第二跖骨前后向长度大于第三跖骨。

属型种　*N. zhugeii*。

释名　Nanyang，正型标本产地所在地区；种名zhugeii赠予三国时期著名政治家和军事家诸葛亮，因他长期隐居于南阳郊外。

诸葛南阳龙(新属、新种) *Nanyangosaurus zhugeii* gen. et sp. nov.

(图1～2)

种征　同属征。

正型标本　一具不完整的骨架，包括部分背椎，完整荐椎，多数尾椎，部分坐骨；比较

表1　南阳龙正型标本(V 11821)椎体测量

Table 1　Measurements of the veterbrae of the holotype of *Nanyangosaurus* (V 11821) (mm)

vertebrate centra	length ventral	width anterior	height anterior	vertebrate centra	length ventral	width anterior	height anterior
D1	53	46	49	C12	47	39	47
D2	62	46	60	C13	47	37	42
D3	59	51	53	C14	46	40	43
D4	49	52	?	C15	47	38	44
D5	61	54	?	C16	46	35	39
D6	59	58	?	C17	46	35	?
D7	55	61	?	C18	45	37	40
D8	54	63	64	C19	44	37	34
S1	56	67	?	C20	46	37	34
S2	48	57	?	C21	44	38	37
S3	54	42	?	C22	46	38	36
S4	59	49	?	C23	48	39	38
S5	60	59	?	C24	46	37	35
S6	54	50	?	C25	44	38	31
C1	51	78	?	C26	44	38	32
C2	53	66	76	C27	45	36	28
C3	50	66	?	C28	45	36	29
C4	52	60	67	C29	45	37	31
C5	52	56	?	C30	44	34	29
C6	49	51	61	C31	45	35	30
C7	44	45	?	C32	42	32	27
C8	51	48	57	C33	44	35	28
C9	47	44	54	C34	40	32	25
C10	44	45	49	C35	38	32	23
C11	48	45	47	C36	32	31	?

完整的前后肢。中国科学院古脊椎动物与古人类研究所标本编号 V 11821。

产地与层位 河南内乡夏馆镇;桑坪组,早白垩世。

标本描述 一中等体型禽龙,大约 4.5m 长,1.5m 高(臀部高)。由脊椎椎体和椎弓愈合紧密(未见愈合缝)和坐骨远端愈合等特征推测,该化石代表一成熟个体。

中轴骨骼:脊椎发掘后没有及时按照前后解剖位置编号。为了描述方便,我们为所有脊椎编号,编号主要依据椎体大小和前后椎体吻合情况。背椎编号从 D1 至 D8,荐椎编号从 S1 到 S6,尾椎编号从 C1 到 C36。虽然这一编号并不完全代表实际的脊椎解剖位置,但比较接近脊椎的解剖排列顺序。

背椎保存有 8 个,包括 2 个分离保存的背椎(D1 和 D2)、5 个部分愈合在一起的背椎(D3～D7)和一个与荐椎愈合在一起的背荐椎(D8)。背椎椎体和椎弓保存较好,但椎体横突、椎弓横突和神经棘大多缺失或断裂。愈合在一起的脊椎椎体长度从前方到后方变化无明显规律。背椎腹面腹中嵴变化也无规律。这些现象不同于正常状态下保存的其他恐龙脊椎形态变化规律,可能代表一种病态。

从横突断裂面的位置、椎体长度和前关节面凸起程度推测,D1 可能为一前部背椎,D2 可能为一中部背椎。D1 椎体后凹型,长度较短,关节面轮廓呈心形,前关节面中等凸起,腹面圆。D2 椎体平凹型,腹面发育腹中嵴。D3 到 D7 愈合在一起,椎体关节面轮廓呈压扁的心形,接近双平型,后部关节面微弱凹进。D3 椎体腹面圆,D4 发育一微弱的腹中嵴,D5 和 D6 发育一明显的狭窄腹中嵴,D7 腹中嵴宽阔。

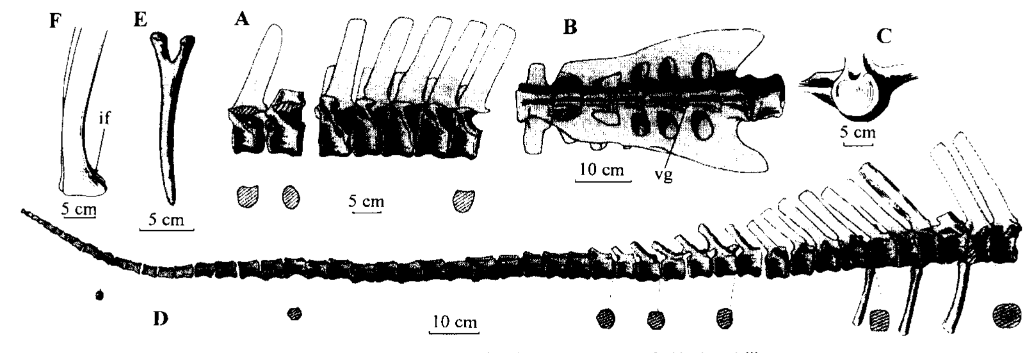


图 1 南阳龙正型标本(V 11821)脊柱和腰带

Fig. 1 Vertebral column and pelvis of the holotype *Nanyangosaurus* (V 11821)

A. 背椎侧视和后视(dorsals in lateral and posterior views); B. 荐椎腹视(sacrals in ventral view); C. 第一尾椎后视(1st caudal in posterior view); D. 尾椎侧视和后视(caudals in lateral and posterior views); E. 脉弧前视(chevron in anterior view); F. 坐骨侧视(ischium in lateral view); if, ischium foot 坐骨脚; vg, ventral groove 腹沟

荐椎骨由 6 个真正的荐椎(S1 至 S6)、一个背荐椎(D8)和一个尾荐椎(C1)组成。南阳龙的荐椎数目与 *Iguanodon atherfieldensis* (Hooley, 1925; Norman, 1986)、*Vectisaurus valdensis* (Norman, 1990)和 *Probactrosaurus* (Rozhdestvensky, 1966; Lü, 1997)相同。荐椎(包括背荐椎和尾荐椎)相对粗壮,腹背向矮。前部和后部荐椎椎体横向宽度几乎没有变化,而 *Iguanodon atherfieldensis* 后部荐椎横向宽度明显大于前部荐椎(Norman, 1986)。不同于 *Iguanodon* (Norman, 1986)和 *Probactrosaurus mazongshanensis* (Lü, 1997),荐椎

椎体中部横向收缩不强烈。椎体前后关节面轮廓呈近圆形,C1 腹背向压缩较为强烈,前后关节面轮廓几乎为一圆形。荐肋与荐椎的关节面发育于 S1 椎体前侧面以及 S1 至 S6 椎体相互关节处的侧面。D8 发育一宽阔的腹中嵴。第一荐椎(S1)椎体腹面较平,第二荐椎(S2)椎体腹缘为一平面,其余的荐椎腹面发育一槽,从第三荐椎(S3)开始,一直延伸至第六荐椎(S6),穿越荐椎椎体相互关节处。这一特征是鸭嘴龙常有的,特别是有棘类。一般来说,原始鸟脚类荐椎腹面发育一腹中嵴或者平坦,这一性状状态保存在原始鸭嘴龙 *Telmatosaurus transsylvanicus* 和赖氏龙亚科中 (Weishampel *et al.*, 1993)。*Iguanodon* (Norman, 1980; 1986)、*Probactrosaurus gobiensis*、*P. alashanicus* (Rozhdestvensky, 1966)和 Hadrosaurinae (Weishampel *et al.*, 1993)的后部荐椎腹面都发育一槽。

共有 36 个尾椎(包括尾荐椎)保存。椎体基本为双平型,后部关节面微弱凹进。椎体轴向长度缩减不明显,腹背向和横向长度缩减速度大于轴向长度缩减速度,导致后部椎体为明显的长棱柱状。椎体前后关节面轮廓由近圆形(C1–C3)依次变为近长方形(C4–C14)、梯形(C15–C17)、斜六边形(C18–C22)、正六边形(C23–C35)和圆形(C36)。*Bactrosaurus* (Godefroit *et al.*, 1998)和多数禽龙类(Norman and Weishampel, 1990)近端尾椎椎体前后关节面呈近长方形,远端尾椎呈六边形。*Probactrosaurus mazongshanensis* 仅有几个尾椎前后关节面呈六边形(Lü, 1997),而大多数鸭嘴龙类的尾椎前后关节面几乎全部为六边形(Weishampel and Horner, 1990)。椎体腹面大多发育一浅宽的槽;神经棘轴向长度逐步缩短,由后背向延伸逐步变为几乎水平向延伸;横突也逐步缩短,在 C20 左右开始消失。

C2 腹面较圆,C3 腹面平,发育一微弱腹中嵴,开始出现脉弧关节面。C4 椎体腹面平。C5 保存了较为完整的神经棘和脉弧。类似于鸭嘴龙(Sereno, 1986),其神经棘长于脉弧。C7 椎体横向强烈压缩,腹面发育一较深的槽。C8—C17 椎体腹面发育浅宽的槽。神经棘开始前后向变窄。C18 椎体前关节面长方形,后关节面六边形。椎体侧面靠近腹缘发育一微弱的嵴,腹面较为狭窄。C19 椎体前后关节面都为六边形。在椎体侧面中部发育一显著的嵴。C20 至 C35 椎体关节面都为六边形,横突和神经棘消失,全部发育有脉弧关节面。腹面变宽,几乎与背缘宽度相等。C36 椎体变为近圆柱体,不发育脉弧关节面。

附肢骨骼:前肢左右肱骨都有保存,但左肱骨近端缺失,右肱骨中部部分缺失。肱骨较为纤细,前后向中等压扁,前视明显弯曲。肱骨头强烈向后方和背方伸展,微弱向前方伸展,形成一微弱凸起的前关节面、中等凸起的背关节面和强烈凸起的后关节面。后关节面下方由一粗壮的脊支撑,两侧发育有内隆起(inner tuberosity)和外隆起(external tuberosity)。内外隆起的位置相对肱骨后关节面靠前。内隆起位置明显低于肱骨头和外隆起,前视呈一明显角状。外隆起与后关节面之间发育一沟。顺外隆起向下延伸形成一非常发育的三角胸嵴。不同于其他禽龙类,它的三角胸嵴明显折向内方,几乎垂直于肱骨前表面,下部呈角状。禽龙类 *Camptosaurus*、*Iguanodon*、*Ouranosaurus* 和原始的鸭嘴龙 *Telmatosaurus* 的三角胸嵴不太发育;在多数鸭嘴龙中,三角胸嵴较为发育,并呈明显角状(Weishampel *et al.*, 1993)。三角胸嵴内侧的肱骨前表面上有一中等发育的肱二头肌沟(Bicipital gutter)。肱骨干中部明显变细,其横向宽度为近端横向宽度的 1/2。远端横向较窄,与前后向长度比例约为 1.3∶1。在原始的鸟脚类和禽龙中,这一比例较大;在鸭嘴龙中,这一比例较小。远端尺骨髁和桡骨髁较为发育。两髁之间在前表面发育一较浅的沟,沟上

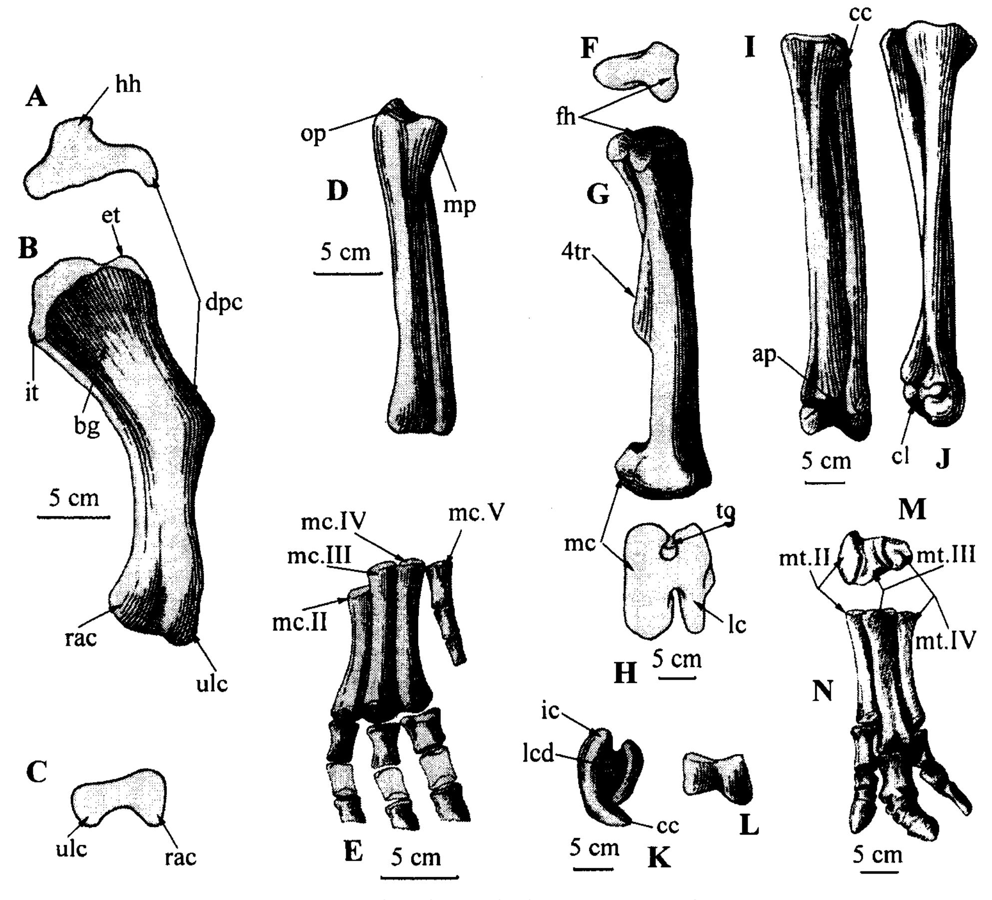


图 2 南阳龙正型标本(V 11821)四肢

Fig.2 The appendage of the holotype of *Nanyangosaurus* (V 11821)

A. 左肱骨近端视[1)] (humerus in proximal view); B. 左肱骨前视(humerus in anterior view); C`. 左肱骨远端视(humerus in distal view); D. 左尺骨和左桡骨后视(left ulna and left radius in posterior view); E. 左前掌背视(left hand in dorsal view); F. 左股骨近端视(left femur in proximal view); G. 左股骨内侧视(left femur in medial view); H. 左股骨远端视(left femur in distal view); I. 左胫骨和左腓骨前视(left tibia and fibula in anterior view); J. 左胫骨和左腓骨内侧视(left tibia and fibula in medial view); K. 左胫骨和左腓骨近端视(left tibia and fibula in proximal view); L. 左跟骨腹视(left astragalus in ventral view); M. 左后足近端视(left foot in proximal view); N. 左后足背视(left foot in dorsal view)

ap, ascending process 上升突; bg, bicipital gutter 肱二头肌沟; cc, cnemial crest 胫骨峰; dpc, deltopectoral crest 三角胸嵴; cl, calcaneum 距骨; et, external tuberosity 外隆起; fh, femur head 股骨头; ic, inner condyle of tibia 胫骨内髁; it, inner tuberosity 内隆起; hh, humerus head 肱骨头; lc, lateral condyle of femure 股骨外髁; lcd, lateral condyle of tibia 胫骨外髁; mc, medial condyle of femur 股骨内髁; mc. II–V, metacarpals II–V 第二掌骨—第五掌骨; mp, medial process 内突; mt. II–IV, metatarsals II–IV, 第二跖骨—第四跖骨; op, olecran process 尺骨肘突; rac, radial condyle 桡骨髁; tg, tunnel-like groove 管状沟; ulc, ulnar condyle 尺骨髁; 4tr, 4th trochanter 第四转子

1) 图2A～C系参考左右肱骨绘制。

方有一明显的窝；在后表面发育较深的沟，沟一直延伸至肱骨干中部，两侧为分别由尺骨髁和桡骨髁向上伸出的较为发育的脊。这一特征接近于 *Iguanodon* (Norman, 1986)。尺骨髁发出的脊高而窄，桡骨髁发出的脊低而宽。尺骨髁明显大于桡骨髁，类似于 *Bactrosaurus* 和一些鸭嘴龙(Godefroit *et al.*, 1998)，但是桡骨髁向下延伸程度明显大于尺骨髁，类似于 *Iguanodon atherfieldensis* (Norman, 1986)。

左右尺骨完好保存。尺骨较为纤细，其长度与尺骨最小横向宽度比例为 12，接近于 *Ouranosaurus nigeriensis* 和多数鸭嘴龙。尺骨近端明显膨胀，其最大宽度为尺骨干最小横向宽度的近 2 倍。尺骨肘突非常发育，类似于 *Iguanodon*、*Ouranosaurus* 和鸭嘴龙(Godefroit *et al.*, 1998)，而在较为原始的鸟脚类如 *Hypsilophodon foxii* 和 *Camptosaurus dispar* 中，尺骨肘突没有发育。尺骨肘突前表面和其下方尺骨干的前表面非常粗糙，表明此处曾经由软骨组织覆盖。尺骨近端外侧面微弱凸起，内面为一很大凹进的关节面，接受桡骨头的关节。这一关节面由一非常发育的内突和一中等发育的外突在内侧和后侧包围。前视，内突和尺骨干之间有一微弱发育的槽。向下，尺骨干逐渐变细。尺骨远端前后向膨胀，内侧凹进，与桡骨远端关节。尺骨远端关节面微弱凹进。

左右桡骨保存完好。桡骨较为纤细，长度为横向宽度的近 15 倍，为尺骨长度的 92%。多数禽龙类的桡骨相对较为粗壮。近端膨胀，宽度为桡骨横向宽度的 2.5 倍，远端微弱膨胀，宽度为桡骨横向宽度的 120%。桡骨干横截面基本上为半圆形，内侧面较平。

掌骨保存较好。左掌第二、第三、第四掌骨和第五掌骨保存；保存的指节可能有 II-3、III-1、III-3、IV-1、IV-3、V-1和 V-2。右掌第二掌骨远端部分、第四掌骨近端和远端部分保存；保存的指节有 II-3、III-1和 IV-1。第二、第三和第四掌骨紧密连接，部分愈合在一起。掌骨相对较长，纤细。第二掌骨细长，长度为第三掌骨的 90%，大于已知所有鸟脚类恐龙。近端关节面相对较平，远端腹背向膨胀，形成一向远端凸起的关节面。第三和第四掌骨明显粗于第二掌骨，近端关节面相对较平，远端腹背向膨胀，形成一明显凸起的关节面。第四掌骨几乎与第三掌骨一样长，但明显粗于第三掌骨，尤其是远端横向膨胀，并且弯向外侧。第五掌骨非常短，只有第四掌骨长度的 31%。近端横向明显加宽，关节面凹进，远端较窄，凸起。掌骨比例相对接近于鸭嘴龙(Weishampel and Horner, 1990)，尤其是很短的第五掌骨。指节类似于其他禽龙，相对粗壮，尤其是 IV-1横向非常宽，其长度略小于最大横向宽度。爪指骨呈明显蹄状。

腰带仅有左右坐骨远端部分保存。其左右坐骨远端部分几乎愈合，愈合面主要为腹缘。坐骨柄较为纤细，微弱向后背方弯曲，类似于 *Camptosaurus dispar*。*Iguanodon* 的坐骨柄明显弯曲，而 *Ouranosaurus* 和鸭嘴龙类坐骨柄则较为平直(Godefroit *et al.*, 1998)。腹缘较宽，背缘狭窄。背缘沿着坐骨柄的外侧缘发育一脊。远端发育一较为明显的坐骨脚(foot)，这一特征类似于 *Bactrosaurus* 和 *Ouranosaurus nigeriensis*。

后肢保存较为完整，包括左股骨、左右胫骨、左腓骨、左右跖骨 II-IV及部分趾节。

保存左股骨，股骨头断失，第四转子大多断失。股骨较为粗壮，长度为胫骨的 96%。股骨头远端断失，近端保存部分前后向较窄，与大转子形成一明显的较纤细的股骨颈，类似于鸭嘴龙类(Norman, 1986)。大转子非常发育，前后向强烈扩展，横向明显压扁，前后向宽度为横向宽度的 2.9 倍。大转子顶端可能高于肱骨头。在大转子的前侧面，发育一宽指状的小转子，低于大转子。大小转子之间发育一较深的缝。第四转子位于股骨干内后缘，

大约在股骨中部。股骨干远端部分前缘微弱凹进，后缘中部凸起，靠近远端内外髁部分开始凹进。侧视，股骨干远端部分很直，类似于 *Iguanodon*、*Ouranosaurus* 和鸭嘴龙科，而在原始的禽龙类和棱齿龙类，股骨明显弯曲。远端内外髁前后向强烈扩展。内髁明显大于外髁，尤其是后缘，内髁横向宽度大于外髁的 2 倍，类似于 *Probactrosaurus mazongshanensis* (Lü, 1997)、*Camptosaurus browni*、*Iguanodon* 和 *Muttaburasaurus langdoni*。在前缘，两者几乎连接在一起，形成一横截面为椭圆形的通道，非常接近于鸭嘴龙 (Lull and Wright, 1942; Cooper, 1985)；后缘，内髁横向宽度明显加大，外髁变窄，两者距离很近，形成深而狭窄的髁间沟。前后缘的髁间沟都向上方延伸。在内髁的内表面上发育一长脊，延伸至股骨干的中下部。

左右胫骨保存完好。胫骨非常直。近端最大宽度为胫骨干最小宽度的 3.5 倍，宽度向胫骨干方向逐渐变小，这一特征类似于鸭嘴龙科 (Godefroit *et al.*, 1998)。*Hypsilophodon*、*Camptosaurus*、*Iguanodon* 和 *Ouranosaurus* 胫骨近端最宽处几乎在胫骨近端顶部，向远端方向突然变窄 (Taquet, 1976)。胫骨峰 (cnemial crest) 非常发育，向外侧弯曲。胫骨头内缘凸起，形成一近半圆形脊。后内缘发育一内髁，外缘发育一外髁，两者大小近似，为一中等发育的沟分离。胫骨峰向下发出一脊，延伸在胫骨干前缘上。胫骨干横截面为近椭圆形，近端部分长轴方向为前后向，远端部分为内外向。远端宽度小于近端。内踝前后向宽度为外踝的 5.4 倍；外踝向远端延伸长度明显大于内踝，超过大约 4cm。类似于 *Ouranosaurus* 和 *Bactrosaurus* (Godefroit *et al.*, 1998)，前视，内外踝几乎一样大小；后视，外踝明显大于内踝。内踝腹缘与距骨背缘连接并部分愈合；外踝前缘与跟骨后缘相连接并部分愈合。

左腓骨完好保存。腓骨细长，非常直。腓骨头近端视呈近半月形。近端部分内缘凹进，关节于胫骨外髁前外缘；外缘凸起。远端前后向膨胀，贴于胫骨远端前缘的外侧，并与跟骨部分愈合。

左右距骨和跟骨保存较好，右距骨的上升突 (ascending process) 断失。跟骨和距骨几乎完全愈合在一起。前视，距骨轮廓更接近于长方形，上升突较微弱，类似于 *Camptosaurus dispar* (Godefroit *et al.*, 1998)。腹视，距骨腹缘外侧前后向明显变宽，强烈凸起；内侧前后向变窄，微弱凸起。跟骨内侧视为一扇形；其前后向和腹背向长度明显大于横向长度。

左右足保存完整，包括左右足的所有跖骨和趾骨。第二跖骨长度最短。近端腹背向强烈膨胀，其高度超过第三跖骨腹背向高度；横向强烈压扁。近端与第三跖骨部分愈合。第二跖骨干以及远端明显横向压扁。外缘形成一平面，贴在第三跖骨内缘上；内缘凸起。远端关节头腹背向明显宽于横向，并微弱弯向内侧。第三跖骨最粗壮，也最长。近端腹背向膨胀，横向压扁。内缘凹进，接受第二跖骨近端的连接；外缘凸起。远端关节头形成一明显滑车，关节趾节 III–1。第四跖骨近端横截面呈近三角形，骨干为近圆形，远端为长方形。远端微弱弯向外侧。

近端趾节较长，远端趾节明显前后向压缩，其横向宽度大于趾节长度。爪趾骨已变为蹄状，IV–5较为窄长，III–4较宽。

讨论 南阳材料中没有任何头骨材料保存，因此，有关其分类位置的讨论和比较只能依靠头后骨骼的形态。尽管包括鸭嘴龙在内的禽龙亚目 (Iguanodontia) 头骨形态是分类的

主要依据,其头后骨骼形态也体现了许多演化趋向,因此,可以为系统发育分析和分类提供信息。

表2　南阳龙正型标本(V 11821)附肢骨骼数据测量

Table 2　Measurements of the appendage skeleton of the holotype of *Nanyangosaurus* (V 11821)　(mm)

	length	width proximal	width distal	width minimum		length	width proximal	width distal	width minimum
Humerus(R)	265?	76	56	28	Femur L	517	?	94	62
Radius(R)	230	38	31	17	Tibia L	548	138	102	39
Ulna(R)	243	52	37	21	Fibula L	503	80	34	18
(R)MCII	28	19	14	11	(L)MTII	155	35	24	12
III	92	19	16	12	III	193	36	53	33
IV	102	19	17	13	IV	165	31	33	22
V	102	20	27	17					

南阳龙的脊柱形态和其他禽龙类非常相似。南阳龙具有 6 个荐椎,其数目少于包括 *Bactrosaurus* (Godefroit *et al.*, 1998)在内的所有鸭嘴龙。*Bactrosaurus* 具有 7 个荐椎,其余鸭嘴龙具有 8～12 个荐椎(Weishampel and Horner, 1990)。在禽龙当中,*Iguanodon bernissartensis* (Norman, 1980)的荐椎数目最多(7 个)。尾椎形态也类似于大多数禽龙,椎体前后关节面直到中部尾椎以后才变为六边形(Norman and Weishampel, 1990)。在鸭嘴龙中,几乎所有尾椎椎体前后关节面都为六边形(Weishampel and Horner, 1990)。不过,从保存不多的完整的尾椎神经棘和脉弧长度比例来看,南阳龙更接近于鸭嘴龙。鸭嘴龙尾椎神经棘的长度大于相应脉弧的长度(Sereno, 1986),在其他禽龙类中,*Ouranosaurus* 发育了相对较长的尾椎神经棘(Taquet, 1976)。其余禽龙和原始鸟脚类尾椎神经棘一般短于相应的脉弧。南阳龙有几个尾椎保存了较好的神经棘和脉弧。尤其是 C5 的神经棘和脉弧完整地保存,长度分别为 184mm 和 156mm。这一数值在鸭嘴龙范围内。

南阳龙腰带材料保存很少,只有坐骨的远端部分保存。坐骨远端部分微弱弯曲,形态较为类似 *Iguanodon* 和 *Camptosaurus*。而在较为进步的鸟脚类中,坐骨柄非常平直(Godefroit *et al.*, 1998)。

南阳龙的前肢形态相对其他禽龙而言,更为接近鸭嘴龙类。肱骨的三角胸嵴非常发育,远端尺骨髁明显大于桡骨髁。这些特征常见于鸭嘴龙类。在鸟脚类恐龙当中,肱骨形态的演化似乎发生了一个逆转。原始的棱齿龙类的肱骨形态总体上和鸭嘴龙类较为相似,只是前者比后者更为纤细。在这一点上,南阳龙更接近于棱齿龙类。处于中间过渡类型的禽龙类肱骨相对较平直,三角胸嵴不发育,较为圆滑,尺骨髁和桡骨髁大小相近。南阳龙的尺骨和桡骨相对纤细,类似于鸭嘴龙类,而多数禽龙的尺桡骨则更为粗壮。南阳龙未见腕骨和第一指节保存。第一指节可能类似于鸭嘴龙,没有发育。腕骨没有保存的原因可能是南阳龙的腕骨和鸭嘴龙类一样缩小,相对于其他禽龙较大的腕骨,更易于丢失。南阳龙的掌骨形态非常特殊。总体形态和鸭嘴龙类非常相像,掌骨较为细长,部分愈合在一起。然而,它的第二掌骨长度为第三掌骨的 90%,明显长于鸭嘴龙类。这代表南阳龙的一个自近裔性状。

南阳龙的后肢也体现了很多进步特征。比如股骨远端部分比较平直，类似于 *Iguanodon*、*Probactrosaurus*、*Ouranosaurus* 和鸭嘴龙类。值得一提的是，南阳龙的股骨远端形态非常接近于鸭嘴龙类。原始鸟脚类恐龙股骨远端前髁间沟不发育或者非常浅，比如棱齿龙类（Sues and Norman, 1990）；禽龙类前髁间沟逐渐变深，*Ouranosaurus*（Norman, 1986）和 *Probactrosaurus mazongshanensis*（Lü 1997）的前髁间沟非常深，前髁间沟的两壁距离很近。鸭嘴龙类前髁间沟的两壁在远端互相靠拢，在大多数属种中愈合在一起，形成一管状通道。虽然南阳龙前髁间沟的两壁没有愈合，但类似于鸭嘴龙，几乎形成了一管状通道。南阳龙胫骨近端形态和鸭嘴龙类也非常相似。在原始的鸟脚类，包括所有已知禽龙类（Godefortit *et al.*, 1998），胫骨横向最宽处位于胫骨最近端，然后突然变窄。南阳龙和所有鸭嘴龙的胫骨峰最宽处明显低于胫骨头，这一加宽部分逐渐向远端方向变窄。

从保存状况看，左后肢骨骼完整保存，包括股骨、胫骨、腓骨、第二至第四跖骨和所有的趾节。但是没有发现远端跗骨，因此，我们认为，南阳龙类似于鸭嘴龙，没有发育远端跗骨。

为了确切判定南阳龙的系统位置，我们建立了一个包含 45 个特征的性状矩阵。由于目前南阳龙化石材料只保存了头后骨骼部分，因此，系统发育分析所选择的性状全部是有关头后骨骼形态的。性状矩阵主要参考 Sereno(1986)、Norman (1986,1990)、Norman and Weishampel(1990)、Weishampel *et al.* (1993)和 Godeforit *et al.* (1998)的相关文章。

迄今为止，非鸭嘴龙类禽龙共有 9 个有效属（Forster, 1997b）：欧洲和北美晚侏罗世的 *Camptosaurus* 和早白垩世的 *Iguanodon*、非洲和北美晚侏罗世的 *Dryosaurus*、南非的 *Kangnasaurus*（时代不详）、中非洲早白垩世的 *Ouranosaurus*、澳洲早白垩世的 *Muttaburrasaurus*、我国早白垩世的 *Probactrosaurus*、欧洲晚白垩世的 *Rhabdodon* 和北美早白垩世的 *Tenontosaurus*。*Tenontosaurus* 和 *Dryosaurus* 是两类与棱齿龙类非常近似的原始禽龙（Forster, 1997b），*Camptosaurus* 也属于一类原始的禽龙（Norman and Weishampel, 1990）；*Iguanodon*、*Ouranosaurus* 和 *Probactrosaurus* 代表进步的禽龙类（Sereno, 1986; Norman and Weishampel, 1990）；其余的属种由于材料的局限性，分类位置很难确定。

从上文的描述和讨论可以看出，相对其他禽龙类，南阳龙形态上和鸭嘴龙更为相似，代表一种很进步禽龙类。因此，我们选择 *Iguanodon*、*Ouranosaurus* 和 *Probactrosaurus* 这三类进步的禽龙属种、鸭嘴龙超科（Hadrosauridea）以及南阳龙作为系统分析的内类群。尽管 Horner(1990) 认为鸭嘴龙类不是单系起源的，但目前普遍的观点认为鸭嘴龙的单系性不应该存在疑问（Forster and Sereno, 1994; Forster, 1997a），因此，我们选择鸭嘴龙超科（Hadrosauridea）作为一个独立分类单元，选择棱齿龙 *Hypsilophodon* 和原始的禽龙 *Camptosaurus* 作为外类群。

运用 PAUP3.1.1，我们对这一性状矩阵进行了分析，所有性状都未定向（unordered）。采用 DELTRAN 选项，穷尽搜索法，我们得到了一个唯一的最简约树（步长 = 63; 一致性指数(CI) = 0.857; 保留指数(RI) = 0.757）。分析结果表明，南阳龙代表与鸭嘴龙超科系统关系最近的一类鸟脚类恐龙，共有 5 个共近裔性状支持它们的姐妹群关系：尾椎神经棘长于相应的脉弧长度(4.1)、三角胸嵴腹缘角状(10.0)、腕骨缩减(12.1)、第一掌骨缺失(16.1)、近管状前髁间沟发育(37.1)和胫骨最宽处相对靠远端，逐渐变窄(38.1)。分析结果

还表明 *Probactrosaurus*、南阳龙和鸭嘴龙超科构成一单系类群。支持这一单系类群的共近裔性状有:肱骨明显弯曲并发育显著的三角胸嵴(9.0)、肠骨髋臼后突腹背向较矮,未折向内侧(25.0)和第一跖骨缺失(41.2)。

采用ACCTRAN选项,支持南阳龙和鸭嘴龙超科构成姐妹群关系的共近裔性状有:肩胛骨背缘狭窄(7.1)、肠骨髋臼前突明显弯向腹侧(26.1)、肠骨反转子发育(27.1)、耻骨闭孔完全开放(28.1)、近管状前髁间沟发育(37.1)。支持 *Probactrosaurus*、南阳龙和鸭嘴龙构成一单系类群的共近裔性状有:齿突和枢椎分离(1.1)[1)]、肱骨明显弯曲,显著三角胸嵴存在(9.0)、三角胸嵴角状(10.0)、腕骨缩减(12.1)、第一掌骨缺失(16.1)、第一爪指节未特化(22.0)、肠骨髋臼后突腹背向较矮,未折向内侧(25.0)和胫骨最宽处相对靠远端,逐渐变窄(38.1)。

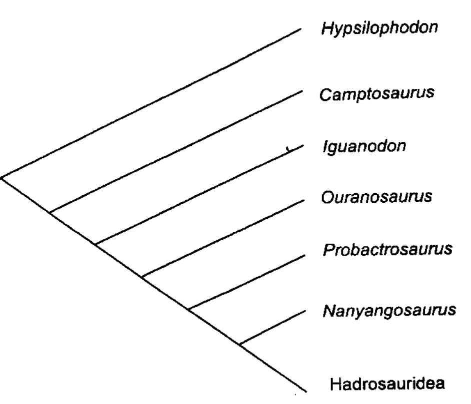


图3 南阳龙的系统发育位置

Fig.3 The cladgram showing the phylogenetic position of *Nanyangosaurus*

系统分析结果表明南阳龙代表一类亲缘关系与鸭嘴龙超科最为接近的鸟脚类恐龙,其头后骨骼形态已经相当进步。由于缺少头骨材料,我们无法判定南阳龙是否已经进化到鸭嘴龙类这一水平。它有可能代表一类非常原始的鸭嘴龙,但目前的分析表明它与已知鸭嘴龙类仅仅共享一个明确的近裔性状(unambigious character):近管状前髁间沟发育(37.1)。因此,我们暂时把它归在鸭嘴龙超科之外,以后头骨材料的发现可能有助于其最终归类。

我们的分析结果综合了Sereno(1986)、Norman和Weishampel(1990)的结论。我们的系统发育分析支持Norman (1998)、Norman和Weishampel(1990)的观点,即 *Probactrosaurus* 要进步于 *Ouranosaurus*;同时,我们的分析结果也支持Sereno(1986)的观点,即 *Ouranosaurus* 和 *Iguanodon* 并非姐妹群关系。系统发育分析表明,*Iguanodon*、*Qurano-saurus*、*Probactrosaurus* 和南阳龙代表向鸭嘴龙逐步进化的一个并系类群,这与它们的化石材料在地层中分布的情况也是吻合的。

南阳地区中生代末期发育了一系列北西—南东向平行分布的断裂凹陷,从北向南依次为桑坪—夏馆盆地、西峡盆地(又名西坪—赤眉盆地)、淅川—荆紫关盆地等,其中,西峡盆地的地层古生物研究工作进行得较为深入。河南地质局石油地质队根据微体化石资料认为西峡盆地红层存在上白垩统(方晓思等,1998)。宋之琛(1965)根据孢粉组合特征提出西峡盆地红层为早白垩世沉积的观点。周世全等(1983)根据恐龙蛋化石和孢粉组合认为,西峡盆地的红层属于晚白垩世地层,不过不排除高沟组底部有早白垩世晚期沉积的可能性。后来河南地质局的普查工作一般都把西峡盆地的红层作为晚白垩世的沉积。程政武等(1995)也认为西峡盆地红层属于晚白垩世沉积,但没有提供古生物学资料给予支持。Zhao(1994)认为西峡盆地的恐龙蛋化石比南雄和莱阳盆地的更为原始,因而西峡盆地红层的地质时代可能为早白垩世,但该套红层是否全部为早白垩世沉积目前尚无法得知。

1) 这一特征引自Godefroit *et al.* (1998),但本文作者认为可能和个体发育有关。

方晓思等(1998)认为西峡盆地红层属于晚白垩世沉积,不过他们提供的孢粉学证据只能表明这套红层为白垩纪沉积,并没有支持其时代为晚白垩世。

夏馆盆地位于西峡盆地北部,接受沉积的年代可能要稍早于西峡盆地(方晓思等,1998),不过,其性质和西峡盆地接近,恐龙蛋化石都是以蜂窝蛋类为主要特征(赵资奎,1979),基本属于同期沉积。夏馆盆地沉积时代的确定将有助于解决包括西峡盆地在内的南阳地区中生代晚期红层的地质年代问题。

夏馆盆地曾经产出过恐龙蛋和蜥脚类恐龙化石,其产蛋红层地质时代为白垩纪(赵资奎,1979)。夏馆盆地的恐龙蛋化石比南雄和莱阳盆地的更为原始(Zhao,1994),和西峡盆地的恐龙蛋化石也有所不同(赵资奎,1979),可能指示早白垩世时期的沉积。南阳龙化石的发现支持了这一观点。从目前已知禽龙化石产出情况来看,几乎都出自晚侏罗世到早白垩世地层中。唯一的例外是发现于欧洲晚白垩世地层中的 *Rhabdodon*,但其材料较为破碎,虽然暂时归入了禽龙类,但尚存疑问。南阳龙化石的产出表明夏馆盆地这套红层的地质年代很可能为早白垩世。在较为进步的禽龙当中,*Iguanodon* 生存时代为凡兰吟期—阿普第期;*Ouranosaurus* 的时代为阿普第晚期;*Probactrosaurus* 的生存时代为阿普第期—阿尔布期(Norman and Weishampel, 1990)。目前的形态学工作表明南阳龙比其他禽龙类属种都要进步。因此,我们倾向于夏馆盆地这套红层的地质年代为早白垩世晚期,可能为阿尔布期。以此推论,包括西峡盆地在内的南阳地区的红层可能都含有下白垩统。当然,要彻底解决这一问题还需要更多化石材料的发现。

致谢 笔者感谢河南省文化厅、河南省文物考古研究所、河南省南阳市文化局、内乡县文化局、西峡县文化局和西川县文化局的大力协助。时福桥和王平参加了野外发掘,王海军和丁金昭修理了化石,杨明婉绘制插图,赵资奎先生提出了中肯的意见,作者在此一并感谢。

A NEW IGUANODONTIAN FROM SANGPING FORMATION OF NEIXIANG, HENAN AND ITS STRATIGRAPHICAL IMPLICATION

XU Xing[1] ZHAO Xi-Jin[1] LÜ Jun-Chang[1] HUANG Wang-Bo[1] LI Zhan-Yang[2] DONG Zhi-Ming[1]

(1 *Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences* Beijing 100044)

(2 *Henan Provincial Institute of Cultural Relics Research* Zhengzhou 450004)

Key words Nanyang, Henan, Early Cretaceous, Iguanodontia, phylogenetic analysis

Summary

In the spring of 1994, a partial iguanodontian skeleton (reconstructed length about 4.5m) was collected from the perley muddy siltstone of the Sangping Formation of Xiaguan Basin, southeastern Henan Province, China. Thousands of dinosaur eggs also

have been discovered and collected at this site. This is the first dinosaur skeleton found in this area. A new genus and species of Iguanodontia was erected and described based on this skeleton in this paper.

Ornithischia Seeley, 1887

Iguanodontia sensu Sereno, 1986

Family Incertae sedis

***Nanyangosaurus zhugeii* gen. et sp. nov.**

(figs. 1~2)

Holotype IVPP V 11821, a partial skeleton, including a few dorsals, complete sacrum, most caudals, and partial isichium; nearly complete forelimb and hindlimb.

Type locality and horizon Xiaguan, Neixiang County of Henan Province; Early Cretaceous.

Etymology Nanyang (place name); the specific name is in memory of the famous ancient strategist and politician, Zhuge Liang, who lived in Nanyang for a long time.

Diagnosis The new genus is distinguished from the other iguanodontians by the apomorphic presence of: partially fused metacarpals II to IV; metacarpal II more than 90% the length of subequal metacarpals III and IV; metacarpal IV more robust than other metacarpals with a very thick distal end; manual phalanx IV-1 wider thansversely than proximodistally; metatarsal II dorsoventrally thicker than metatarsal III.

Description A medium-sized iguanodontian, about 4.5m long and 1.5m high (hip). The type represents an adult animal according to the well fused vertebral centra and archs, the fused ischiua.

Eight dorsals were preserved but most transverse processes and neural spines were missing. Dl probably represents an anterior dorsal. Its centrum has a modestly convex anterior articular end and a slightly concave posterior end. The articular ends are nearly heart-shaped in ourtline. D2 is probably a middle dorsal. It is platycoelous with a modest ventral keel. D3 to D7 are fused together and probably posterior dorsals. They are platycoelous with flattened heart-shaped articular ends. Among them, only D5 and D6 have well developed ventral keel. The sacrum consists of eight vertebrae, including one sacrodorsal, six true sacrals and one sacrocaudal. The sacrodorsal has a nearly rounded anterior articular end. The sacral centra are proportionally low and wide. The sacral centra are not strongly contracted. The ventral sides of the first two true sacrals are relatively flat. In the succeeding centra, the ventral surface develops a broad and shallow groove. The sacrocaudal is very low with a slightly flattened circular posterior articular end. Thirty six caudals (including the sacrocaudal) were preserved. They are platycoelous. Posteriorly along the caudal column, the centra slightly decrease in axial length but apparently decrease in transverse width and dorsoventral height, which leads to the elongated cylindrical

distal caudal centra. The caudal centra present sub rounded (C1–C3), subrectangular (C4–C14), trapezoidal (C15–C17), irregular hexagonal (C18–C22), regular hexagonal (C23–C35) and rounded (C36) outlines in anterior or posterior view along the column. The transverse process shortens posteriorly and disappears from C20. According to the relatively completely preserved neural spine and chevron of C5, it is inferred that the neural spines of *Nanyangosaurus* are longer than the corresponding chevrons as in hadrosaurs (Sereno, 1986).

The humerus is a comparatively slender bone. It has a well developed head and an angular deltopectoral crest. The proximal portion of the deltopectoral crest is perpendicular to the anterior surface of the humerual shaft. The distal end of the humerus is comparatively thick dorsoventrally (The ratio of the transverse width to the dorsoventral length is 1.3∶1). The ulnar condyle is apparently larger than the radial condyle, but the latter extends more distally. The ulna and radius are comparatively slender bones. They are 12 and 15 times as long as wide respectively. The olecranon process of the ulna is well developed. The carpus is reduced. The metacarpals are relatively long and slender. Metacarpal I is absent. The metacarpals II, III and IV are partially fused. The metacarpal II is 90% the length of the metacarpal III. Both the metacarpal III and IV are relatively robust. The metacarpal IV is particularly robust and its distal end is well expanded and laterally diverged. The metacarpal V is only 31% the length of metacarpal IV. The phalanges are relatively robust. The phalanx IV–1 is not as long as wide. The unguals are hoof–shaped.

The ischium are distally partially fused. The distal portion of the shaft is modestly curved. It has a well developed ischiual foot.

The femur is relatively straight in lateral view. The distal condyles are well developed and the medial one is more than twice as wide as the lateral one. The anterior intercondylar groove is tunnel–like, though the two condyles are not fused. The tibia is straight. Its proximal head is quite wide transversely and this widening is progressive, extending on the proximal part of the tibial shaft. The fibula is straight and slender and its proximal end is semi–lunate in outline in proximal view. The astragalus and calcaneum are fused together. In anterior view, the astragalus looks more rectangular with a weak ascending process. The metatarsal I is absent. The proximal end of the metatarsal II is deeper than that of the metatarsal III dorsoventrally. The unguals are hoof–shaped.

Discussion The vertebral morphology of *Nanyangosaurus* is more like that of other non-hadrosaur iguanodontians. It has six sacrals, less than all known hadrosaurs (at least 7, Godefroit *et al.*, 1998). As in most non–hadrosaur iguanodontians, the anterior caudals have rounded or rectangular ends in outline. However, *Nanyangosaurus* is similar to hadrosaurs and *Ouranosaurus* in that the caudal neural spines are longer than the corresponding chevrons. *Nanyangosaurus* has very derived

forelimbs. It is similar to hadrosaurs on the basis of the presence of the following Characters: ulnar condyle larger than radial condyle, angular ventral margin of the deltopectoral crest, reduction of the carpus, slender metacarpals and loss of metacarpal I. The hindlimbs of *Nanyangosaurus* are more like those of hadrosaurs in having straight femur, tunnel-like anterior intercondylar groove, transverse widening of the proximal tibial head extending onto the diaphysis, and loss of distal tarsals and loss of metatarsal I.

We ran a cladistic analysis, using a dataset with only postcranial characters. Our analysis suggests that *Nanyangosaurus* is more derived than *Probactrosaurus*, but lies outside Hadrosauridea.

There is little agreement on the age of the redbeds in Xixia Basin and neighboring basins but the current consensus suggests that it is Cretaceous (Song, 1965; Zhou *et al.*, 1983; Zhao, 1994; Fang *et al.*, 1998). The iguanodontian occurrence from the Sangping Formation supports an Early Cretaceous age of Xiaguan redbed. The systematic position of *Nanyangosaurus* suggests that the Sangpin Formation may represent Albian deposits.

References

Cheng Z W (程政武), Fang X S (方晓思), Wang Y M (王毅民) *et al.*, 1995. New advancement on the research of Cretaceous dinosaur-egg-bearing beds in Xixia Basin, Henan. Chin Sci Bull (中国科学), **40**(16): 1487～1490(in Chinese)

Cooper M R, 1985. A revision of the ornithischian dinosaur *Kangnasaurus coetzeei* Haughton, with a classification of the Ornithischia. Ann S Afr Mus, **95**(8): 281～317

Fang X S (方晓思), Lu L W (卢立伍), Cheng Z W (程政武) *et al.*, 1998. On the Cretaceous fossil eggs of Xixia County, Henan Province. Beijing: Geological Publishing House. 1～125 (in Chinese with English summary)

Forster C A, 1990. The postcranial skeleton of the ornithopod dinosaur *Tenontosaurus telletti*. J Vert Paleont, **10**(3): 273～294

Forster C A, 1997a Hadrosauridae. In: Currie P J, Padian K eds. Encyclopedia of Dinosaurs. San Diego: Academic Press. 293～299

Forster C A, 1997b. Iguanodontidae. In: Currie P J, Padian K eds. Encyclopedia of Dinosaurs. San Diego: Academic Press. 359～361

Forster C A, Sereno P, 1994. Phylogeny of the Hadrosauridae. J Vert Paleont, **14**(Suppl): 25A

Godefroit P, Dong Z M, Bultynck P *et al.*, 1998. New *Bactrosaurus* (Dinosauria: Hadrosauroidea) material from Iren Dabasu (Inner Mongolia, P. R. China). Bull Inst R Sci Nat Belg Sci Terre, **68**(Suppl): 3～70

Hooley R W, 1925. On the skeleton of *Iguanodon atherfieldensis* sp. nov. from the Wealden Siares of Atherfield (Isle of Wight). Quart J Geol Soc London, **321**: 1～61

Hormer J H, 1990. Evidence of diphyletic origination of the hadrosaurian (Reptilia: Ornithischia) dinosaurs. In: Carpenter K, Currie P J eds. Dinosaur Systematics, Approaches and Perspectives. Cambridge: Cambridge Univeristy Press. 179～188

Lü J C, 1997. A new Iguanodontidae (*Probactrosaurus mazongshanensis* sp. nov.) from Mazongshan Area, Gansu Province, China. In: Dong Z M ed. The Sino-Japanese Silk Road Dinosaur Expedition. Beijing: China Ocean Press. 27～47

Lull R S, Wright N E, 1942. Hadrosaurian dinosaurs of North America. Geol Soc Am Spe Pap, **40**:1～242

Milner A R, Norman D B, 1984. The biogeography of advanced ornithopod dinosaurs (Archosauria: Ornithischia) –a cladistic–vicariance model. In: Reif W E, Westphal F eds. 3rd Symp Mesozoic Terr Ecosyst Short Pap. Tubingen: Attempto Verlag. 145～150

Norman D B, 1980. On the ornithischian dinosaur *Iguanodon bernissartensis* of Bernissart (Belgium). Mem Inst R Sci Natl Belg, **178**: 1～103

Norman D B, 1986. On the anatomy of *Iguanodon atherfieldensis* (Ornithischia, Ornithopod). Bull Inst R Sci Nat Belg Sci Terre, **56**: 281～372

Norman D B, 1990. A review of *Vectisaurus valdensis*, with comments on the family Iguanodontidae. In: Carpenter K, Currie P J eds. Dinosaur Systematics, Approaches and Perspectives. Cambridge: Cambridge Univeristy Press. 147～161

Norman D B, 1998. *Probactrosaurus* from Asia and the origin of hadrosaurs. J Vert Palaeont, **18**(Suppl): 66A

Norman D B, Weishampel D B, 1990. Iguanodontidae and related ornithopods. In: Weishampel D B, Dodson P, Osmolska H eds. The Dinosauria. Berkeley: University of California Press. 510～533

Rozhdestvensky A K, 1966. New iguanodonts from Central Asia. Phylogenetic and taxonomic relationships between late Iguanodontidae and early Hadrosauridae. Paleontol Zh, **1966**: 103～116(in Russian)

Sereno P, 1986. Phylogeny of the bird–hipped dinosaurs (Order Ornithischia). Nat Geogr Soc Res, **2**:234～256

Song Z C (宋之琛)*et al.*, 1965. The analysis of spore and pollen. Beijing: Science Press. 201～205(in Chinese)

Sues H D, Norman D B, 1990. Hypsilophodontidae, *Tenontosaurus*, Dryosauridae. In: Weishampel D B, Dodson P, Osmolska M eds. The Dinosauria. Berkeley: University of California Press. 499～509

Taquet P, 1976. Geologie et paleontologie du gisement de Gadoufaoua (Aptien du Niger). Cah Paleont Cen Nat Rech Sci, Paris, **15**: 1～191

Weishampel D B, Horner J R, 1990. Hadrosauridae. In: Weishampel D B, Dodson P, Osmolska H eds. The Dinosauria. Berkeley: University of California Press. 534～561

Weishampel D B, Norman D B, Grigorescu D, 1993. *Telmatosaurus transsylvanicus* from the Late Gretaceous of Romania: the most basal hadrosaurid dinosaur. Palaeontology, **36**(2):361～385

Zhao Z K (赵资奎), 1979. Discovery of the dinosaurian eggs and footprints from Neixiang County, Henan Province. Vert PalAsiat (古脊椎动物学报), **17**(4):304～309(in Chinese with English abstract)

Zhao Z K, 1994. The dinosaur eggs in China: On the structure and evolution of eggshells. In: Carpenter K, Hirsch K F, Horner J R eds. Dinosaur Eggs and Babies. Cambridge: Cambridge University Press. 184～203

Zhou S Q(周世全), Han S J(韩世敬), Zhang Y C(张永才), 1983. Late Cretaceous strata in Xixia Basin, Henan. J Strat (地层学杂志), **7**(1): 64～70(in Chinese)

附录 1

本文用于系统发育分析的 45 个特征大多来自相关文献。0,近祖状态; 1–2, 近裔状态。

1. 齿突和枢椎愈合(0);分离(1)。
2. 荐椎数目少于 7 个(0);7 个或者多于 7 个(1)。
3. 荐椎腹缘平坦或者发育腹中嵴(0);发育槽(1)。
4. 尾椎神经棘长度短于(0);长于(1)相应的脉弧长度。
5. 交织排列的骨化肌腱不存在(0);存在(1)。
6. 胸骨未发育棒状的后侧方伸展的突起(0);发育棒状的后侧方伸展的突起(1)。
7. 肩胛骨背缘膨胀(0);狭窄(1)。
8. 肱骨头不发育(0);股骨头强烈向近端和后缘发育(1)。
9. 肱骨明显弯曲,三角胸嵴发育(0);肱骨较平直,三角胸嵴微弱(1)。
10. 三角胸嵴角状(0);圆滑(1)。
11. 尺骨肘突不发育(0);显著发育(1)。
12. 腕骨非常发育(0);缩减(1)。

13. 腕骨无变化(0)；腕骨部分愈合，分为两组(1)。
14. 桡侧腕骨、第一远端腕骨和第一掌骨未愈合(0)；彻底愈合(1)。
15. 第二掌骨明显短于第三、第四掌骨(0)；长度近似于第三、第四掌骨(大于 90%)。
16. 第一掌骨发育(0)；缺失(1)。
17. 第二掌骨至第四掌骨松散相连(0)；紧密相贴(1)。
18. 第四掌骨短于第三掌骨(0)；几乎等于第三掌骨(1)。
19. 第四掌骨粗壮程度近似第三掌骨，近端最为粗壮(0)；第四掌骨明显粗于第三掌骨，远端异常粗壮(1)。
20. 指节 IV-1远端横向宽度小于指节长度(0)；远端异常粗壮，横向宽度大于指节长度(1)。
21. 第二至第四指的第二指节相对较长(0)；相对第一指节非常短(1)。
22. 第一爪指节未特化(0)；膨胀，形成一横切面呈近圆柱形的结构(1)。
23. 第二爪指节横向宽度类似于第三爪指节(0)；横向短于后者(1)。
24. 第二、第三指最远端指节爪状(0)；蹄状(1)。
25. 肠骨髋臼后突腹背向较矮，未折向内侧(0)；高，折向内侧(1)。
26. 肠骨髋臼前突较平直(0)；明显弯向腹侧(1)
27. 肠骨反转子不发育(0)；发育(1)。
28. 耻骨闭孔封闭(0)；完全开放(1)。
29. 耻骨前支近棒状(0)；耻骨前突横向压扁，腹背向加宽(1)。
30. 耻骨前支逐渐过渡到耻骨主体(0)；发育一明显的颈(1)。
31. 耻骨后支较长(0)；明显缩短(1)。
32. 坐骨柄弯曲(0)；较为平直(1)。
33. 坐骨脚不发育(0)；微弱发育(1)；显著发育(2)。
34. 闭孔突位置靠远端(0)；靠近端(1)。
35. 股骨侧视弯曲(0)；较平直(1)。
36. 股骨前髁间沟浅(0)；很深(1)。
37. 近管状前髁间沟不发育(0)；发育(1)。
38. 胫骨最宽处靠最近端，向远端方向突然变窄(0)；相对靠远端，逐渐变窄(1)。
39. 跟距骨前视呈近长方形，上升突微弱(0)；呈近三角形，上升突显著(1)。
40. 远端跗骨 2 和 3 发育(0)；缺失(1)。
41. 第一跖骨较发育(0)；为一短小骨片(1)；缺失(2)。
42. 第二跖骨腹背向长度等于或小于第三跖骨(0)；大于第三跖骨(1)
43. 第二至第四跖骨最远端趾节爪状(0)；蹄状(1)。
44. 后足第五趾发育(0)；缺失(1)。
45. 肱骨远端髁前沟很浅(0)；较深(1)；很深(2)。

附录 2

包含 2 个外类群(*Hypsilophodon* 和 *Camptosaurus*)和 5 个内类群的 45 个性状的矩阵。性状状态缩写：0 = 近祖状态；1，2 = 近裔状态；p = 多态；? = 未保存或者未知特征；a = 由于性状转化而未知特征。

	10	20	30	40	45
Hypsilophodon	0000000000	0000000000	0000000p00	0000000000	00000
Camptosaurus	0000100111	0010000000	0000100000	0011000010	00011
Iguanodon	0p10110111	1011001100	11111p0011	1011110010	10111
Ouranosaurus	0001?10111	1011001100	11?1100011	1121110011	?0110
Probactrosaurus	?0p0?1010?	1?1??11??	?0??000011	1121110???	2??11
Nanyangosaurus	?011???100	11aa11111	1a11??????	?12?111101	21111
Hadrosauridea	11a1111100	11aa011100	1a11011111	11p1111111	20112